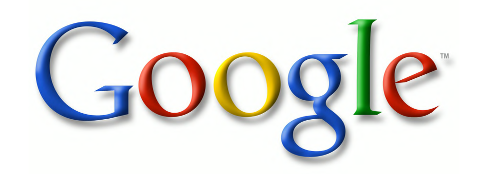
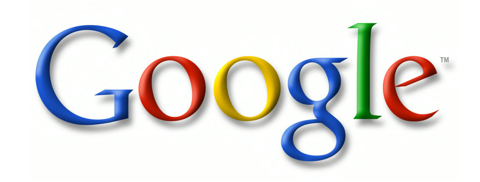
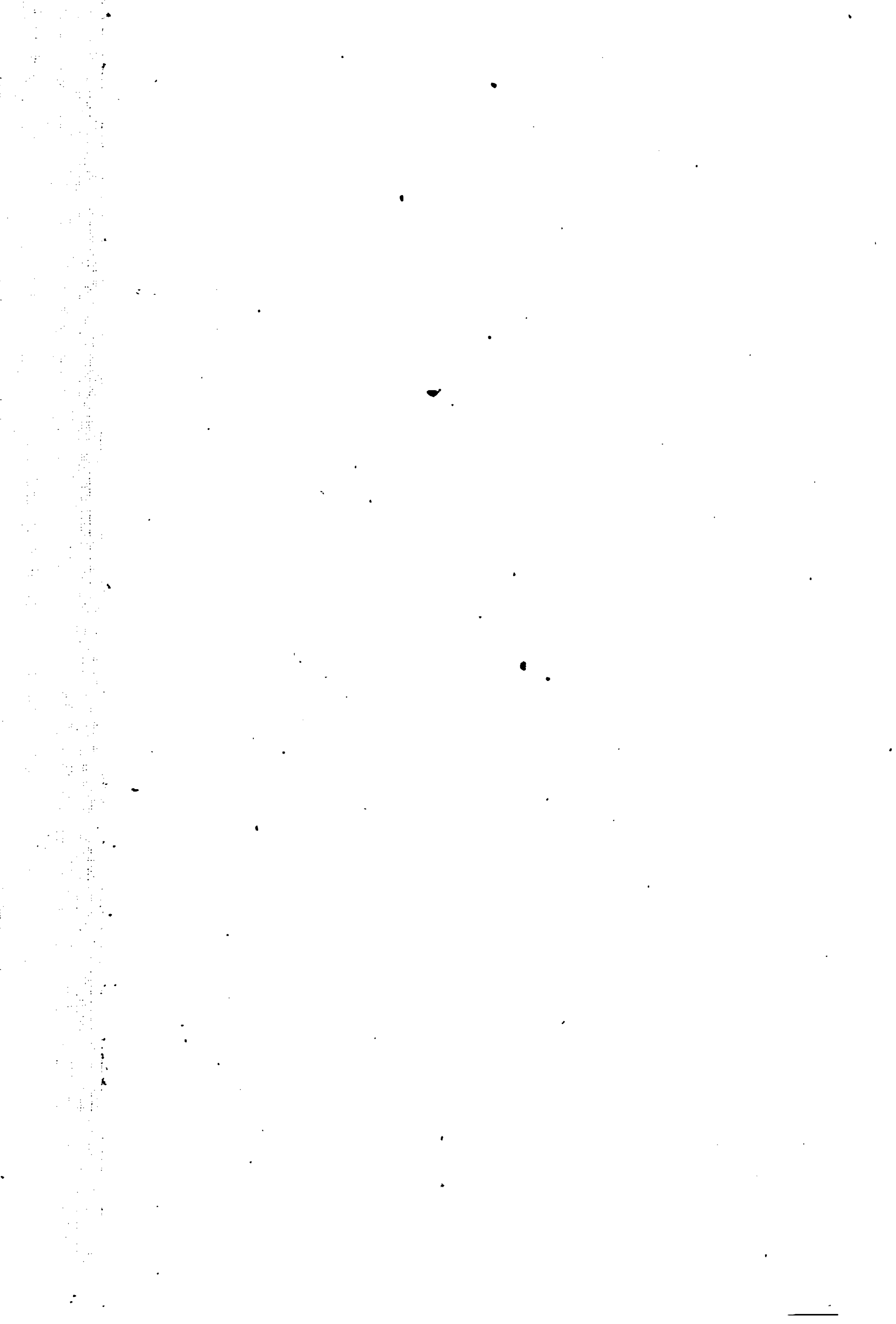





UC-NRLF
$B 307 280



LA PHOTOGRAPHIE

ET

L'ÉTUDE

DES NUAGES

PAR

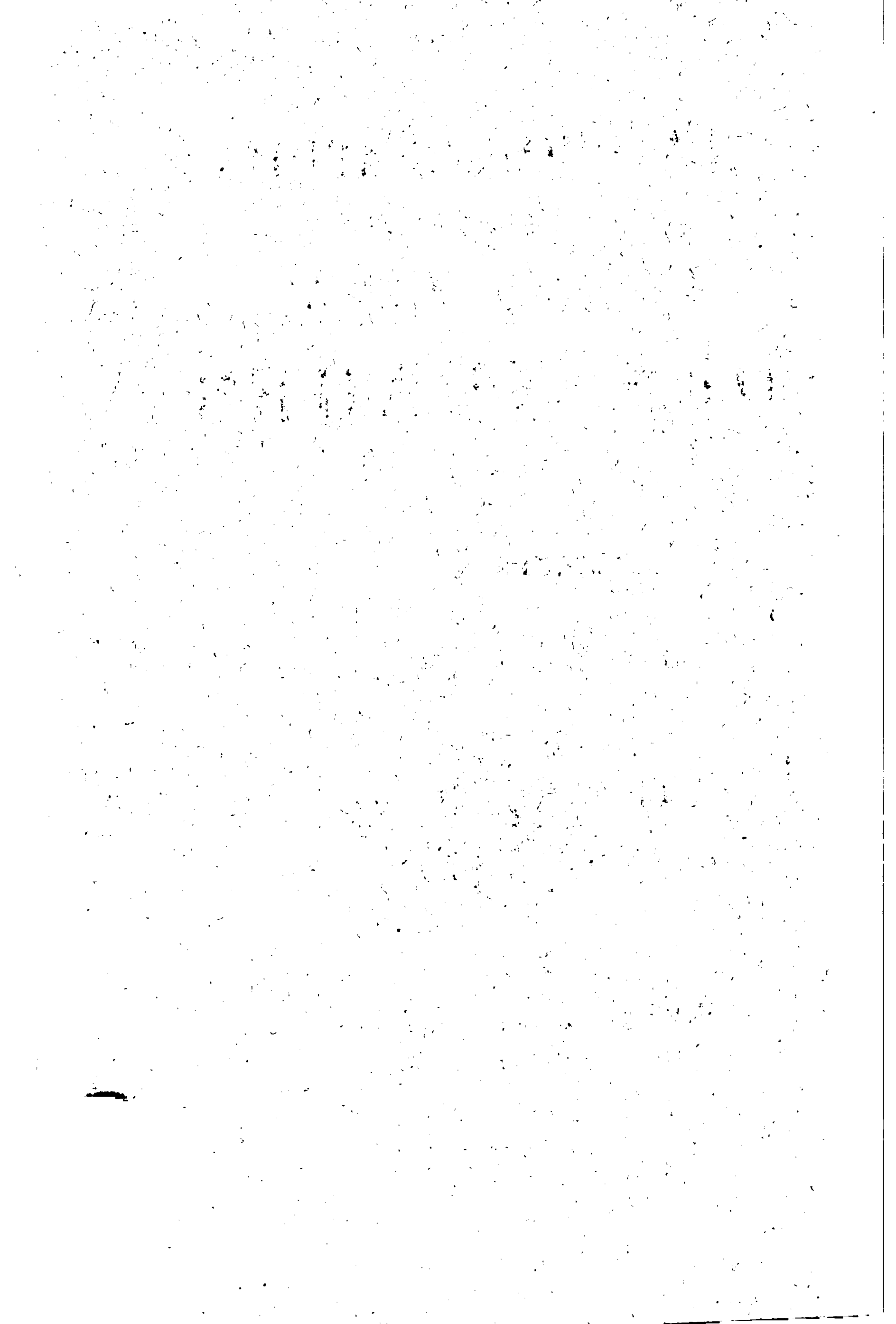
JACQUES BOYER

Ouvrage illustré de 21 figures



PARIS
CHARLES MENDEL, Éditeur
118, rue d'Assas, 118

1898



LA PHOTOGRAPHIE

ET

L'ÉTUDE DES NUAGES

AVANT-PROPOS

L'étude des nuages constitue une des branches les plus attrayantes de la météorologie, mais en même temps une des moins explorées. Aussi nous espérons que ce modeste opuscule décidera quelques personnes à réunir des collections photographiques de ces hydrométéores. Leurs formes sont variées, artistiques et curieuses. C'est en outre un précieux moyen d'investigation pour connaître les lois des courants aériens. L'utilité de telles recherches ne saurait être contestée.

D'ailleurs le Congrès International, dans sa réunion d'Upsal (1894), a jugé ces travaux dignes d'être régulièrement poursuivis par

les principales stations météorologiques du monde, de mai 1896 à décembre 1897. La question est donc d'actualité.

Notre ouvrage comprend quatre chapitres. Dans le premier nous jetons un rapide coup d'œil historique sur la science des nuages. Nous indiquons dans le second leur classification. Enfin, après avoir décrit, au troisième, les appareils employés pour les photographier, nous passons en revue dans le quatrième les méthodes de mesure des clichés et les résultats qu'elles ont donnés.

Paris, le 28 décembre 1897.

LA PHOTOGRAPHIE

ET

L'ÉTUDE DES NUAGES

CHAPITRE I

COUP D'ŒIL HISTORIQUE SUR LA SCIENCE DES NUAGES AU XVIIIe SIÈCLE

La forme des nuages varie à l'infini. Il paraissait même impossible aux premiers observateurs de faire rentrer, dans une classification quelconque, ces météores aqueux aux aspects si délicats et si changeants. Les physiciens cependant en sentirent la nécessité dès le commencement de notre siècle, mais ce n'est qu'après bien des tâtonnements qu'ils sont arrivés à se reconnaître un peu au milieu de ce dédale. L'étude des nuages offre, en effet, de grandes difficultés. L'impuissance du dessin à en saisir les apparences sur le vif avait rebuté les plus

hardis chercheurs et réduit cette partie de la physique du globe à n'être qu'une science assez... nuageuse (c'est le cas de le dire), jusqu'au jour où la photographie vint à son secours.

Sans remonter plus haut que le XVIIIe siècle, citons les opinions courantes à leur endroit.

Si nous ouvrons le *Cours de physique* de PIERRE VAN MUSSCHENBROEK [1], nous voyons que, pour le savant hollandais, tous les nuages sont des brouillards ou des nuées plus ou moins élevées : « Le brouillard est composé de vapeurs et d'exhalaisons, qui s'élèvent insensiblement de la terre, ou qui tombent lentement de la région de l'air, en sorte qu'elles y paraissent comme suspendues...

« Une nuée n'est autre chose qu'un nuage ou un brouillard, mais elle s'élève seulement plus haut dans l'atmosphère. » De plus, les nuées changent continuellement de grandeur, de figure, et leurs contours sont irréguliers.

SAVÉRIEN, dans son *Dictionnaire de mathématique et de physique* (1753), adopte à peu de chose près les mêmes définitions. « Le brouillard,

[1] MUSSCHENBROEK, *Essai de Physique*, traduit du hollandais par Pierre MASSUET. Leyde, 2 vol. in-4°, 1739, t. II, p. 744 et *seq*. Cet ouvrage fit autorité pendant longtemps et on le trouve souvent mentionné par les auteurs du XVIIIe siècle.



Pierre van Musschenbroek
physicien hollandais
(Né à Leyde en 1692, mort dans la même ville en 1761).

écrit-il, est composé de vapeurs qui s'élèvent de la terre ou qui tombent lentement de la région de l'air, en sorte qu'elles y paraissent comme suspendues. S'il tombe avant que d'être parvenu à cette hauteur dont je viens de parler, on l'appelle rosée. Et il est nommé nue quand il monte fort haut et qu'il se soutient au-dessus de la région de l'air[1]. »

Quant à Cotte, correspondant de l'Académie des Sciences et auteur de trois volumineux ouvrages de météorologie, voici ses idées sur les nuages. Il est bon de s'y étendre, car elles peuvent être considérées comme résumant « l'état d'âme » de ses contemporains à ce sujet.

« On dit que l'air est chargé de brouillard lorsqu'il se trouve près de la terre, dans l'atmosphère, tant de vapeurs et d'exhalaisons qu'elles obscurcissent l'air par leur quantité ou par leur disposition et le rendent beaucoup plus épais qu'il ne devrait être.

« Une certaine disposition de l'atmosphère et un concours de circonstances qu'il serait fort difficile de marquer avec précision déterminent quelquefois une grande quantité de vapeurs

[1] Savérien, *Dictionnaire universel de Mathématique et de Physique*. Paris, 2 vol., 1753, in-4°. Article *Météore*.

grossières à s'élever à peu près comme la rosée qui remonte; alors ces vapeurs, qui s'élèvent à peine, s'étendent uniformément dans la partie basse de l'atmosphère et la rendent opaque pendant tout le temps qu'elles y demeurent suspendues. Toutes ces vapeurs flottantes, tant celles qui viennent de la rosée du matin que celles qui s'élèvent dans d'autres temps et d'une manière différente, servent à former les brouillards...

« En hiver, les brouillards sont plus fréquents qu'en été, parce que le froid qui règne dans l'air condense promptement les vapeurs et ne leur donne pas le temps de s'élever beaucoup; si le froid augmente, le brouillard se gèle et s'attache aux branches des arbres, aux plantes sèches, aux cheveux des voyageurs, aux crins de chevaux et généralement à tout ce qui s'y trouve exposé; c'est ce qu'on appelle givre ou frimas...

« Quand les brouillards, ou les vapeurs qui sont propres à les former, peuvent s'élever assez haut, il s'en fait des amas qui flottent au gré des vents dans l'atmosphère; ce sont les nuages ou les nuées que nous voyons suspendues de côté et d'autre au-dessus de nous et qui cachent de temps en temps le soleil et les autres astres par leur opacité. Leur figure et leur grandeur

varient à l'infini, selon la quantité de vapeur qui les forment et selon la manière dont elles s'arrangent en s'unissant, ce qui dépend beaucoup de la direction et des différents degrés de vitesse que les vents leur donnent.

« Les nuées ne sont pas toutes également élevées, parce que, comme il faut qu'elles soient toujours en équilibre avec l'air dans lequel elles flottent, et que ce fluide est plus rare à une plus grande distance de la terre, les vapeurs les plus subtilisées peuvent se soutenir où les plus grossières se trouveraient trop pesantes. C'est pourquoi les nuages épais, qui sont prêts à se fondre en pluie, sont ordinairement fort bas. Ceux qui voyagent sur les hautes montagnes, comme celles des Alpes et des Pyrénées, passent souvent à travers des nuages qui dérobent la terre à leurs yeux après leur avoir caché le ciel. On observe qu'à ces hauteurs la terre est toujours fort humectée par les nuages qui viennent s'y briser, ce qui contribue beaucoup à entretenir ces torrents et ces sources qu'on voit si fréquemment au pied et aux environs de ces mêmes montagnes. Aussi, dans le temps même qu'il ne pleut point, les nuées sont autant de voies d'eau que les vents distribuent en différentes contrées, et qui vont s'épuiser contre les montagnes, d'où

elles se répandent ensuite dans les plaines par les canaux souterrains que la nature y a pratiqués. Les nuées n'étant autre chose que des brouillards fort élevés, elles sont, à l'égard de ces montagnes, ce que les brouillards sont à l'égard des plaines qu'ils humectent abondamment lorsque le soleil les dissipe en les raréfiant [1]. »

Quelques années après la publication de son *Traité*, il revient sur la même question dans ses *Mémoires sur la Météorologie* (1788). Il y résume les recherches que l'illustre botaniste Lamark avait exécutées, et il s'autorise de leurs résultats pour proposer une classification des nuages basée sur leur forme. Il les partage en deux classes seulement : les nuages *étendus* et les nuages *groupés*. Voici le passage qui nous intéresse. « En hiver et dans les nuits d'été, les nuages sont fort étendus et non groupés ; dans les temps chauds au contraire, ils sont profonds, festonnés et groupés, et représentent mille figures bizarres ; cette différence de nuages groupés ou non groupés vient de la présence du soleil qui rend groupé ce qui ne l'était pas auparavant. L'air renfermé dans le nuage ne se raréfie pas

[1] Cotte, *Traité de Météorologie*. Paris, 1774, in-4°, p. 47 et *seq*.

autant que celui qui est exposé à l'action immédiate du soleil ; l'air extérieur aux nuages, étant raréfié, comprime celui qui est renfermé, et de là les nuages groupés et plus profonds, plus denses que lorsque l'air est moins raréfié. Quand le soleil est couché, les nuages s'étendent, parce que l'air qui les environne, se condensant, presse moins l'air que les nuages renferment. Si l'air qui environne un nuage se trouve tout à coup privé de l'action du soleil, il se condense subitement ; l'air comprimé du nuage se dilate aussitôt avec force, et de là les coups de vent, les tourbillons, etc. ; les trombes s'expliquent de même par un *dégroupement* subit d'un nuage dont l'air concentré se dégage avec force pour se remettre en équilibre avec l'air dans lequel il a été porté, ce qui exclut la colonne ascendante d'air qu'on suppose dans ce phénomène : ces nuages extrêmement concentrés laissent échapper, quand ils se dilatent, l'eau qu'ils contenaient et qui tombe souvent en grêle, parce que l'air du nuage était beaucoup plus froid que celui avec lequel il tend à se remettre en équilibre...

« Les temps calmes sont plus favorables au groupement des nuages, et voilà pourquoi les calmes précèdent toujours les tempêtes, les

trombes, etc. Les nuages ne se groupent que lorsque le vent souffle du sud, parce que, lorsqu'il souffle du nord, il contre-balance l'action du soleil qui tend à raréfier l'air extérieur. Les nuages ont bien plus de pente à se grouper au printemps, en été et en automne qu'en hiver, et de là la différence dans la manière dont les pluies tombent dans ces différentes saisons [1]. »

Telles étaient les vues des physiciens sur les nuages à la fin du XVIIIe siècle.

[1] COTTE, *Mémoires sur la Météorologie*. Paris, 1788, 2 vol. in-4°, t. I, p. 209-210.

CHAPITRE II

CLASSIFICATION ET DÉFINITION DES NUAGES

L'honneur d'avoir trouvé une classification véritablement méthodique des nuages revient à l'astronome anglais Luke Howard. Ce savant publia, en 1803, dans le *Philosophical Magazine*, un tableau qui a servi de point de départ aux travaux analogues. Les nuages y étaient rangés sous quatre groupes :

Premier groupe : les cirrus et leurs dérivés, les cirro-cumulus et les cirro-stratus;

Deuxième groupe : le cumulus et son dérivé le cumulo-stratus;

Troisième groupe : les stratus ;

Quatrième groupe : les nimbus.

Dans la nomenclature précédente, Howard, comme tous ses prédécesseurs, ne s'était guère préoccupé que de la forme des nuages. Poey (1850) se guida surtout sur leur structure. Il

les divisa d'abord en deux catégories : les nuages de glace ou de neige et les nuages de vapeur d'eau. Puis il subdivisa les premiers ou cirrus en cinq classes : tracto-cirrus, cirro, cirro-cumulus, pallio-cirrus, globo-cirrus ; et des seconds, ou cumulus, il fit trois groupes : pallio-cumulus, globo, fracto. Depuis cet essai, plusieurs autres furent tentés, entre autres, tout près de nous, par Abercromby et Hildebrandsson (1891). Nous les passerons sous silence pour arriver à la classification dont le Comité international des Nuages, dans sa réunion d'Upsal, en août 1894, a décrété l'emploi, et qui, représentant d'ailleurs dans ses grandes lignes celles de ces derniers savants, est aujourd'hui la plus répandue.

Au Congrès, il a été convenu qu'on partagerait les nuages en deux grands types :

1° Les *nuages divisés* ou *en boules*, observés le plus fréquemment lorsque le temps est sec. On les a désignés sous le nom de nuages de *forme a ;*

2° Les *nuages étalés* ou *en voiles*, amenés par le temps pluvieux, et qu'on a appelés nuages de *forme b.*

Une fois cette première démarcation faite, il a été aisé de cataloguer tous les nuages, aussi bien ceux de forme *a* que ceux de forme *b*. en



Fig. 1. — *Cirrus.*
Photographie prise à l'Observatoire de Météorologie dynamique de Trappes, en 1896.


LIBRARY
OF THE
VERSITY



Fig. 2. — Touffes de *cirrus* vues vers le nord-ouest, entre trois et quatre heures, le 26 septembre 1896, à Trappes. Temps orageux, vents d'ouest toute la journée.


LIBRARY
OF THE
VERSITY
OF
IFORNIA



Fig. 3. — *Cirro-stratus* et *Cumulus* (nuages inférieurs).
Photographie prise à Trappes (18 mars 1897).

dix classes groupées dans les cinq sections suivantes :

NUAGES SUPÉRIEURS (9.000 mètres environ) :

a) *Cirrus ;*

b) *Cirro-stratus.*

NUAGES MOYENS (entre 3.000 et 7.000 mètres) :

a) *Cirro-cumulus* et *alto-cumulus ;*

b) *Alto-stratus.*

NUAGES INFÉRIEURS (au-dessus de 2.000 mètres) :

a) *Strato-cumulus ;*

b) *Nimbus.*

NUAGES DES COURANTS ASCENDANTS DIURNES :

a) *Cumulus :* sommet. 1.800 mètres ; base, 1.400 mètres ;

b) *Cumulo-nimbus :* sommet, 3.000 mètres à 8.000 mètres ; base, 1.400 mètres.

BROUILLARDS ÉLEVÉS (au-dessous de 1.000^{m},00) : *Stratus.*

Les *cirrus* (*fig.* 1 et 2) sont des nuages isolés, délicats, à textures fibreuses et généralement de couleur blanche. Disposés en bandes qui traversent une partie de la voûte céleste, ils semblent, par un effet de perspective, converger vers un ou deux points opposés de l'horizon.

Les *cirro-stratus* (*fig.* 3) sont des voiles fins, tout à fait diffus, qui tantôt donnent au ciel un aspect blanchâtre, et qui tantôt affectent la struc-

ture de filaments embrouillés. Parfois le voile donne lieu, au voisinage du soleil et de la lune à des halos.

Les *cirro-cumulus* (*fig.* 18 et 19) et les *alto-cumulus* (*fig.* 16 et 17) sont appelés vulgairement « moutons ». Les premiers sont des petits flocons blancs sans ombre ou avec des ombres faibles. Ils sont disposés en groupes et fréquemment en files. Les seconds, blancs ou grisâtres, ont quelquefois des parties ombrées, groupées ou en files. Souvent même ces dernières sont si serrées que leurs bords se rejoignent.

Les *alto-stratus* (*fig*. 4) sont des voiles épais de couleur grise ou bleuâtre, donnant quelquefois naissance, autour du soleil et de la lune, à des couronnes. Ils montrent les mêmes transitions que les cirro-stratus; mais, d'après des mesures effectuées à Upsal, leurs altitudes sont de moitié plus faibles [1].

Les *strato-cumulus* (*fig*. 5) affectent la forme de bourrelets sombres couvrant souvent tout le ciel, surtout en hiver. Cette classe se distingue

[1] Les figures 4, 6, 7, 8, 9 et 11, sont extraites de l'intéressant atlas *Illustrative cloud forms for the guidance of observers in the classification of clouds*, publié l'an dernier par le Service hydrographique des États-Unis, et dont toutes les planches, dues au peintre Cronau, sont aussi fidèles qu'artistiques.



Fig. 4. — *Alto-stratus* (d'après *Illustrative cloud forms*).



Fig. 6. — *Nimbus* (d'après *Illustrative cloud forms*).



Fig. 5. — *Strato-cumulus*. Photographie prise, en 1890, à Upsal, par M. Hildebrandsson, et reproduite d'après l'*Atlas international des nuages*.

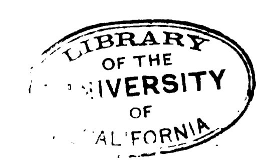
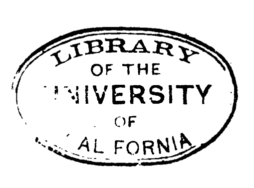

LIBRARY
OF THE
IVERSITY
OF
AL'FORNIA



Fig. 7. — *Fraclo-nimbus* (d'après *Illustrative cloud forms*).



Fig. 8. — *Cumulus* (d'après *Illustrative cloud forms*).



de celle des nimbus par leur apparence de balles ou de rouleaux et parce qu'ils ne sont pas, comme eux, précurseurs de la pluie. Elle offre toutes les transitions jusqu'aux alto-cumulus. De plus, comme ils ne sont pas très épais, le bleu du ciel apparaît souvent dans les intervalles[1].

Les *nimbus* (*fig.* 6), ou nuages à pluie, sont trop connus pour qu'il soit utile d'y insister. Épais, sombres, sans formes bien définies, ils ont leurs bords déchiquetés, et, par les interstices qu'ils peuvent présenter, on aperçoit généralement une couche élevée de cirro-stratus ou d'alto-stratus.

Lorsque la couche de nimbus se déchire en petits lambeaux, on les distingue sous le nom de *fracto-nimbus* (*fig.* 7), les « scud » des navigateurs.

Les *cumulus* (*fig.* 3, 8, 16 et 17) sont des nuages épais dont le sommet, garni de protubérances, simule des dômes, tandis que la base

[1] Les gravures 5 et 10 sont tirées de l'*Atlas international des nuages*, publié conformément aux décisions du Comité météorologique international par MM. HILDEBRANDSSON, RIGGENBACH et TEISSERENC DE BORT. Paris, 1896, in-4°. Cet ouvrage est actuellement le plus complet de ce genre. Les planches représentent les meilleures photographies prises par les principaux Observatoires du globe.

est horizontale. Ils produisent de magnifiques jeux de lumière avec le soleil, et ils semblent se former dans un mouvement ascensionnel dont on peut presque toujours se rendre compte.

Les vrais cumulus sont nettement délimités, aussi bien à leur partie supérieure qu'à leur base; mais on observe parfois deux autres sortes de cumulus, les *mammato-cumulus* (*fig.* 9) et les *fracto-cumulus* qui ressemblent à un nuage déchiré par le vent et dont les diverses parties offrent des changements continuels.

Les *cumulo-nimbus* (*fig.* 10), ou nuages d'orage, sont des masses puissantes s'élevant en forme de montagnes ou d'enclumes, accompagnées d'ordinaire d'un voile, vers le haut, et de masses ressemblant à des nimbus, vers la partie inférieure. Leur base laisse souvent tomber des averses locales de pluie ou de neige. Parfois les bords supérieurs affectent la forme compacte du cumulus. D'autres fois, les bords s'effrangent en filaments analogues à des cirrus. Cette dernière catégorie s'observe principalement dans les « grains de printemps ».

Enfin les *stratus* (*fig.* 11) sont des brouillards élevés en couche horizontale et dont l'aspect est familier à tout le monde.

Il va sans dire que, les variétés de nuages



Fig. 9. — *Mammato-cumulus* (d'après *Illustrative cloud forms*).



Fig. 11. — *Stratus* (d'après *Illustrative cloud forms*).

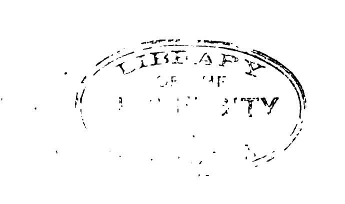
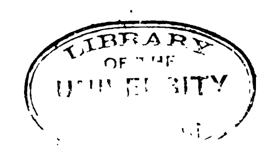




FIG. 10. — *Cumulus* se changeant en *Cumulo-Nimbus*. Photographie prise par M. Lundal d'Upsal, et reproduite d'après l'*Atlas international des nuages*.





étant innombrables, bien des formes sont difficiles à identifier avec l'un des dix groupes précédents, et comme, en outre, plusieurs espèces de nuages peuvent exister côte à côte, une longue pratique seule apprendra les nuances souvent très délicates qui les séparent.

Il faut ajouter aussi que cette classification, malgré son caractère officiel et international, n'est pas universellement adoptée par les météorologistes. Nous ne nous étendrons pas sur toutes les variantes qu'on a proposées. Indiquons cependant une idée qu'a formulée M. Besson, sous-chef du service météorologique à l'Observatoire de Montsouris[1]. Ce savant voudrait qu'on s'inquiète surtout de l'état physique des particules dont les météores sont formés et qu'on les partage d'abord en trois genres : 1° les cirrus ou nuages entièrement glacés ; 2° les cumulus ou nuages entièrement globulaires ; 3° ceux qui renferment à la fois des cristaux de glace et des globules liquides, auxquels il a donné le nom de « miscellus ». L'avenir justifiera peut-être cette manière de voir, mais il convient d'attendre encore pour se prononcer.

[1] *Revue scientifique*, 4e série, t. IV, 1895, p. 46-51.

CHAPITRE III

APPLICATION DE LA PHOTOGRAPHIE A L'ÉTUDE DES NUAGES

Maintenant que nous connaissons la classification adoptée et que nous avons défini les nuages, étudions-les plus à fond.

La détermination de la position absolue d'un nuage peut se faire en mesurant au théodolite, de deux stations assez éloignées, l'azimut et la hauteur du même point d'un nuage. On en déduit alors, par une simple triangulation, la hauteur du point au-dessus du sol. Si on répète ensuite la même opération peu après et si on compare les deux positions, il sera facile de calculer la direction et la vitesse du mouvement du nuage en question. Le principe de cette méthode est donc des plus simples. Malheureusement, en pratique, son application offre de

grandes difficultés. Les stations doivent être reliées par le téléphone, afin que les observateurs puissent se concerter sur le point du nuage choisi comme repère. Malgré tout cette entente est peu aisée, et l'identité des points visés ne saurait être garantie avec précision. De plus, il n'est pas possible de la répéter pour plusieurs points, ce qui serait très désirable. Aussi, pour apprécier par ce moyen l'exactitude des mesures et obtenir une moyenne présentant quelque garantie, il faut mesurer à des intervalles très rapprochés la hauteur et la vitesse de plusieurs points d'un même nuage et comparer les résultats. C'est la méthode employée primitivement par les observateurs, entre autres par MM. Ekholm et Hagström [1]. Elle est encore en usage dans plusieurs Observatoires et en particulier à Blue-Hill (Boston), mais on tend à employer de plus en plus la méthode photographique.

Il suffit, en effet, de photographier simultanément de deux stations assez éloignées la même partie du ciel, on obtient tout de suite l'image

[1] Nous renvoyons pour les détails de cette ancienne méthode au mémoire publié par ces savants dans les *Nova acta regiæ Societatis Upsaliensis*, serie tertiæ, vol. XII, fasc. II. Upsal, 1885, in-4°.

des divers nuages compris dans cette région. On effectuera ensuite à loisir sur les plaques toutes les mesures d'azimut et de hauteur qu'on voudra pour certains points susceptibles d'être identifiés d'une façon infaillible sur l'un et l'autre des clichés.

Aussi, dans sa réunion d'Upsal (1894), à laquelle nous faisions allusion au chapitre précédent, le Comité international des Nuages n'a pas seulement décrété une classification uniforme, il a demandé également aux principales stations météorologiques du monde de procéder à une série d'observations et de mesures photographiques des nuages. Depuis un an, elles sont poursuivies régulièrement chaque jour dans un certain nombre de stations : cinq en Europe (Suède, Norvège, Russie, France, Prusse), deux aux États-Unis, une aux Indes et une à Manille. Primitivement le Portugal, la Roumanie et sept autres villes des États-Unis avaient adhéré à ce programme. Enfin, prochainement des stations photogrammétriques seront installées en Hongrie, à Batavia et à Sydney[1].

L' « année des nuages », comme on l'avait baptisée dans le monde savant, devait s'étendre

[1] *Ciel et Terre*, XVII[e] année. Bruxelles, 1896, in-8°, p. 586.

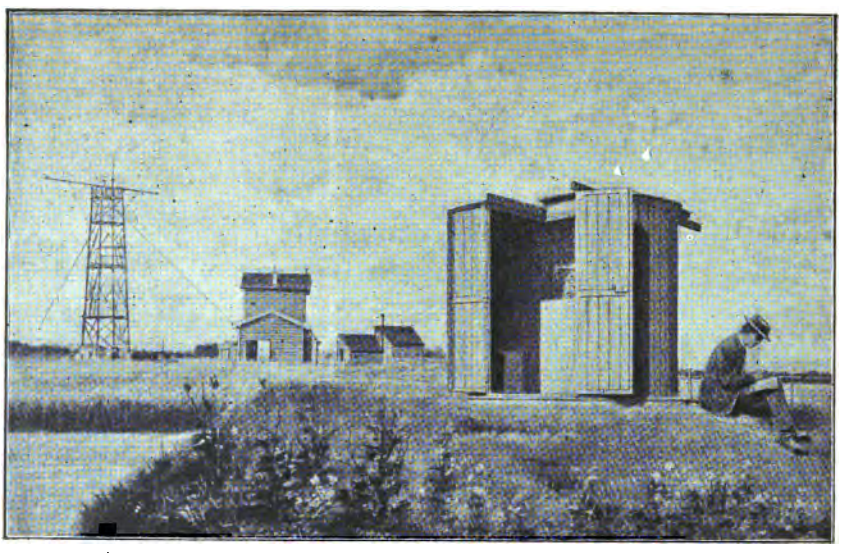


Fig. 12. — Vue d'ensemble de l'Observatoire de Météorologie dynamique, sis à Trappes (Seine-et-Oise).



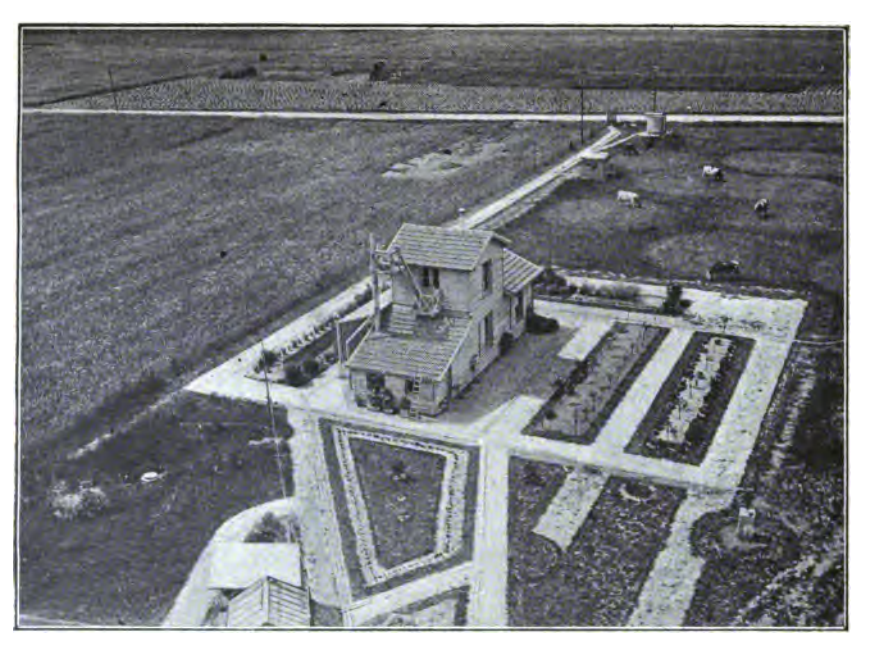
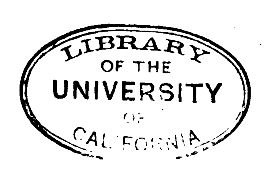


Fig. 13. — Bâtiment principal de l'Observatoire de Trappes, vu du pylone à 20 mètres de hauteur.


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

du 1er mai 1896 au 1er mai 1897 ; mais, comme beaucoup de stations n'ont pas commencé à fonctionner dès l'époque indiquée, le Comité, dans sa réunion de Paris (1896), a décidé de continuer les observations, dans quelques-unes de celles-ci, jusqu'à la fin de 1897.

En France, M. Teisserenc de Bort, météorologiste du Bureau central, s'est chargé d'organiser à ses frais ce service[1]. L'emplacement qu'il a choisi pour y établir son observatoire (*fig.* 12 et 13) a été le plateau de Trappes, situé dans le département de Seine-et-Oise, à 29 kilomètres sud-ouest de Paris et à l'altitude de 171 mètres. Il nous suffira de décrire les procédés usités dans cet établissement scientifique pour connaître ceux des autres observatoires, qui sont identiques, aux détails près.

L'installation relative aux déterminations photographiques de la hauteur des nuages est

[1] Le savant météorologiste a bien voulu nous laisser visiter en détail l'Observatoire de Trappes. Il nous a donné oralement toutes les explications nécessaires et nous a fourni fort obligeamment quelques-unes des photographies de nuages qui illustrent notre brochure. Les figures 2, 3, 16, 17, 18, 19 et 20 en sont la reproduction sans retouches.

Ajoutons, pour être complet en ce qui concerne la France, que l'Observatoire de Juvisy a également pris des photographies de nuages depuis l'été 1897. Voir *Bulletin de la Société astronomique de France* (janvier 1898).

annexée au bâtiment principal dont les coordonnées géographiques sont les suivantes [1] :

Latitude...........	48° 46′ N.
Longitude..........	0° 19′ O. (méridien de Paris)

Les instruments employés sont deux théodolites semblables, construits, sur les indications de M. de Bort, par M. Echassoux. Ils ont été également adoptés par l'Observatoire de Manille et par le Gouvernement des Indes anglaises.

La figure 14 permet de se rendre compte de l'appareil. C'est, en somme, un théodolite semblable à ceux qu'utilise l'astronomie, mais qui porte, en outre, un appareil photographique. Le déplacement angulaire de la chambre noire, mobile autour d'un axe horizontal, est indiqué par un cercle divisé vertical — vu de face sur notre dessin, — et il fournit la hauteur au-dessus de l'horizon du nuage photographié. Enfin tout le système est mobile autour d'un axe vertical, et l'angle dont il a tourné se lit sur le cercle divisé horizontal qu'on aperçoit au pied de l'instrument. Ces deux lectures détermineront entièrement la direction de l'objet visé qui viendra se peindre au centre de la plaque.

[1] Teisserenc de Bort, *Mesures des hauteurs et des mouvements des nuages par la photographie*. Broch. in-4°. Paris, 1896.

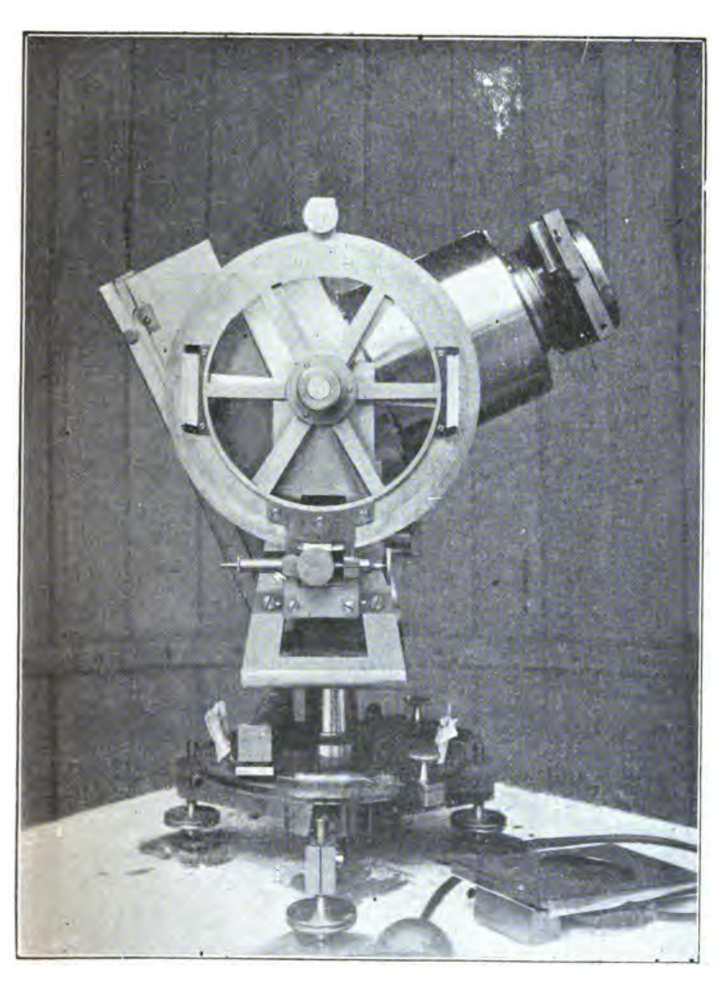


Fig. 14. — Théodolite photographique.



Après des essais préliminaires, effectués à l'aide d'une petite base de 176 mètres, les deux appareils ont été installés définitivement l'un au sud du terrain de l'Observatoire, l'autre à 1.318 mètres plus loin, du côté de Montigny, et ils ont été abrités chacun dans une petite tourelle formant coupole, tournante (*fig.* 13). Une ligne téléphonique relie les deux postes entre eux et permet d'assurer la simultanéité des opérations.

Le nuage et l'instrument qui nous servira à le photographier sont décrits. Quelles sont maintenant les précautions à prendre pour obtenir la fidélité des images ?

Ces précautions résident surtout dans le choix des objectifs, l'interposition d'un écran coloré, l'orientation normale de la plaque par rapport à l'axe optique de la lunette et certaines dispositions opératoires.

Les objectifs des photothéodolites doivent être très perfectionnés. M. Hildebrandsson, à Upsal, emploie des objectifs de Steinheil ; M. Koppe, à Berlin, préconise ceux de Voigtlænder, et M. Teisserenc de Bort utilise ceux de Roussel, de Paris. Afin de s'assurer que, pratiquement, ils ne déforment pas les images, le savant directeur de l'Observatoire de Trappes a photographié une

mire de 3 mètres de longueur, et il a recherché sur le cliché si les écarts entre les divisions étaient respectés sur l'image. Il a vu, au moyen d'une série de déterminations, que le pointé peut être assuré à 10 ou 15 centièmes de millimètre. Du reste, afin d'être sûr d'obtenir, en même temps que des images plus parfaites, l'éclairement uniforme du champ, on n'utilise que la partie médiane. Ainsi, tandis que les plaques de 24 × 30 seraient facilement couvertes avec ces objectifs, qui ont 255 millimètres de foyer, M. Teisserenc de Bort n'emploie que des plaques de 13 × 18 et sacrifie, par surcroît de précautions, un quart de centimètre sur les bords.

D'autre part, chaque fois qu'on a des nuages sombres sur un fond bleu ou blanc, il n'est pas difficile d'obtenir de bonnes épreuves avec des plaques quelconques au gélatino-bromure d'argent et à l'aide d'un obturateur permettant de courtes poses (1/50 à 1/100) de seconde. Quelques essais font connaître la vitesse convenable pour l'objectif et les plaques employés. D'après M. A. Angot, météorologiste du Bureau central de France [1], un excès de pose vau-

[1] *Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Pau* (1892). Paris, 1893, in-8°, IIe partie, p. 284 et *seq.*

drait mieux qu'un défaut, car, après développement et fixage, on ramènera facilement une épreuve trop posée au degré voulu en la plongeant dans un bain d'hyposulfite de soude à 10 0/0, auquel on ajoutera petit à petit quelques gouttes d'une solution saturée de prussiate rouge de potasse. Dans ce bain l'image se ronge et diminue par conséquent d'intensité. On suivra l'attaque avec attention afin de retirer la plaque avant qu'elle n'arrive au point désiré. On lavera ensuite. Ce moyen, d'après M. Angot, permettrait de tirer d'excellents résultats des plaques trop posées, tandis que le renforcement de celles ayant l'excès contraire ne donnerait que de mauvais clichés.

Mais, pour la photographie des nuages blancs et légers, tels que les cirrus et les cirro-cumulus, lorsqu'ils se détachent sur un fond de ciel bleu clair, les difficultés commencent. En effet, sur les plaques ordinaires, l'action photographique du bleu est à peu près identique à celle du blanc. Il faut donc chercher par un artifice à éteindre la lumière bleue du ciel en conservant tout de même celle des nuages. Sans cela, sur le cliché, les apparences nuageuses seront trop faibles pour les mesures ou les reproductions positives. On n'aura qu'un ciel à peu près uniforme,

Divers procédés ont été préconisés dans ce but.

Les premiers consistent à interposer sur le faisceau lumineux un *écran jaune*. Le bleu du ciel, ne contenant pas de rayons de cette lumière en quantité appréciable, sera arrêté, tandis que les nuages impressionneront la plaque photographique par leur lumière jaune. Ce moyen a été légèrement modifié, suivant les auteurs. M. Hildebrandsson, d'Upsal, qui a obtenu de très belles épreuves, avait choisi comme écran une cuve parallélipipédique de verre renfermant une solution de gomme-gutte additionnée d'un peu de sulfate de quinine. Seulement, les plaques ordinaires étant peu sensibles aux rayons jaunes, il faut se servir de plaques préparées spécialement de façon à augmenter leur sensibilité pour la partie médiane du spectre.

MM. Angot et Teisserenc de Bort emploient comme écran tantôt des verres à faces parallèles, tantôt des cuves parallélipipédiques renfermant le liquide suivant, indiqué par Léon Vidal :

Sulfate de cuivre.............	175 grammes
Bichromate de potassium.....	17 —
Acide sulfurique.............	5 centigrammes
Eau	500 grammes

La cuve ou l'écran se place contre l'objectif,

en avant ou en arrière, et, comme nous le disions plus haut, il est nécessaire d'employer des plaques orthochromatiques. Malheureusement, ainsi que l'a fait remarquer M. Teisserenc de Bort, les rayons ayant à traverser des substances d'indices de réfraction différents, l'interposition des écrans altère un peu les images et, d'après les mesures faites, ces perturbations sont irrégulièrement distribuées. Les erreurs sont de 1/50 de la longueur à mesurer. Si donc on veut se servir d'une cuve pour les photographies de mesure, il est indispensable de l'étudier au préalable et de dresser le tableau des corrections que nécessite son interposition.

L'autre méthode a été signalée par M. Riggenbah, de Bâle. Elle est basée sur le phénomène de la polarisation. La lumière bleue du ciel étant partiellement polarisée principalement à 90° du soleil, si on regarde le ciel à travers un analyseur orienté de façon convenable, on éteindra une grande partie des rayons émis par le bleu sans diminuer notablement l'intensité des nuages. Les contrastes sont alors plus accentués, et on obtient de belles épreuves.

L'analyseur peut être un nicol ou une glace noire faisant avec l'axe optique un angle égal à l'angle de polarisation. La glace est supportée

par une monture qui lui permet de tourner autour de cet axe. L'inconvénient de ce procédé réside dans ce fait que, si on emploie le nicol, le champ est très diminué, et que si on utilise la glace noire, sa position devant l'objectif rend difficile l'orientation de l'appareil. En outre, ce mode opératoire n'est pas général, puisque le degré de polarisation du ciel varie suivant la direction. Il donne cependant de bons résultats quand on opère, comme M. Riggenbach, au sommet de montagnes élevées. Là, le ciel étant foncé, la différence entre les actions photochimiques des nuages et du ciel est plus accentuée.

Un autre procédé dont s'est servi aussi M. Riggenbach consiste à photographier simplement le ciel avec un diaphragme petit et une courte pose. Presque rien ne vient alors au développement ; on aperçoit seulement, après fixage, une faible image des nuages. On renforce ensuite énergiquement au moyen du mercure et du sel de Schlippe (sulfoantimonite de sodium). Voici la façon de procéder, d'ailleurs assez peu recommandable, car, le sel de Schlippe étant d'une conservation difficile, on risque de gâter les clichés.

On immerge la plaque fixée et lavée à la manière ordinaire, quelques minutes dans une

dissolution à 1 0/0 de bichlorure de mercure. On lave abondamment, puis on plonge dans une dissolution à 2 0/0 de sel de Schlippe. Il faut la laisser dans ce dernier bain jusqu'à ce qu'il ne reste plus de place blanche sur l'envers du cliché. Enfin un lavage prolongé est nécessaire.

Après la perfection des objectifs et les autres précautions énumérées ci-dessus, l'expérimentateur a encore à s'inquiéter de la *surface sensible* et de son orientation par rapport à l'axe optique.

Elle doit être plane et normale à celui-ci, — deux conditions qu'une construction soignée réalise. La couche sensible ne doit pas non plus se déformer pendant les manipulations du développement. L'expérience a montré que, pour le moment du moins, ces causes d'erreur étaient négligeables. Si, plus tard, on pousse la mesure des clichés à un très haut degré de précision, comme cela serait rendu indispensable par l'emploi de petites bases, il y aurait lieu d'étudier les deux premières. Dans les pays tropicaux où la gélatine est sujette à des altérations sous l'influence de la chaleur humide ou des eaux chargées de microorganismes, il sera bon de s'entourer de précautions spéciales. Dans les

théodolites de Trappes, M. de Bort utilise une disposition nouvelle permettant d'avoir sur le cliché du nuage un réseau servant de repère. Grâce à ce moyen de contrôle, on peut constater les déformations de la gélatine et vérifier, ce qui est très important, si les glaces se placent toujours de même dans leur châssis.



Fig. 15. — Comparateur à micromètre.


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

CHAPITRE IV

MESURE DES CLICHÉS. — CALCULS ET CONCLUSION

Une fois les clichés obtenus, il s'agit de les mesurer et d'en tirer des conclusions. Pour les mesures de haute précision, M. Teisserenc de Bort se sert d'un comparateur à micromètre (*fig.* 15) de Brunner. Cet instrument permet d'apprécier une longueur de 10 centimètres sans déplacer le cliché par rapport au chariot mobile. Il est muni d'une vis micrométrique donnant le 500ᵉ de millimètre, mais les bords des nuages sont trop vagues pour qu'une telle approximation soit nécessaire. Aussi son usage est-il restreint momentanément à l'étude des objectifs et à la vérification des échelles de mesure pour les clichés. C'est pourquoi nous signalons, sans plus de développements, cet appareil mis à la disposition de l'Observatoire de Trappes par le Bureau des Longitudes, qui l'avait fait construire

pour la mesure des clichés du passage de Vénus sur le Soleil, obtenus en 1874 et 1882.

Le pointé peut s'exécuter au moyen de plusieurs procédés, entre autres par la méthode de M. Koppe ou par celle de M. Teisserenc de Bort.

Le physicien allemand cherche les coordonnées des points choisis en pointant sur les clichés, à travers le même objectif qui a servi à photographier. L'instrument qu'il utilise est un théodolite dont l'objectif photographique est placé au centre. Ainsi l'intersection de l'axe horizontal et vertical des cercles fixe le centre optique. Ce théodolite est, en outre, muni d'un viseur qui peut se mettre au-devant de l'objectif et précisément à une distance égale à celle de la plaque.

Après avoir photographié le nuage et révélé le cliché, on le place à nouveau dans la chambre noire et on fixe le viseur dans le prolongement de l'axe optique, en ayant soin que ce dernier occupe la même position qu'au moment où il a été obtenu. En faisant tourner les axes, on amène le point considéré dans le prolongement de la ligne formée par le centre optique de l'objectif et le réticule du viseur. Les angles lus sur les cercles donnent en hauteur et azimut ceux



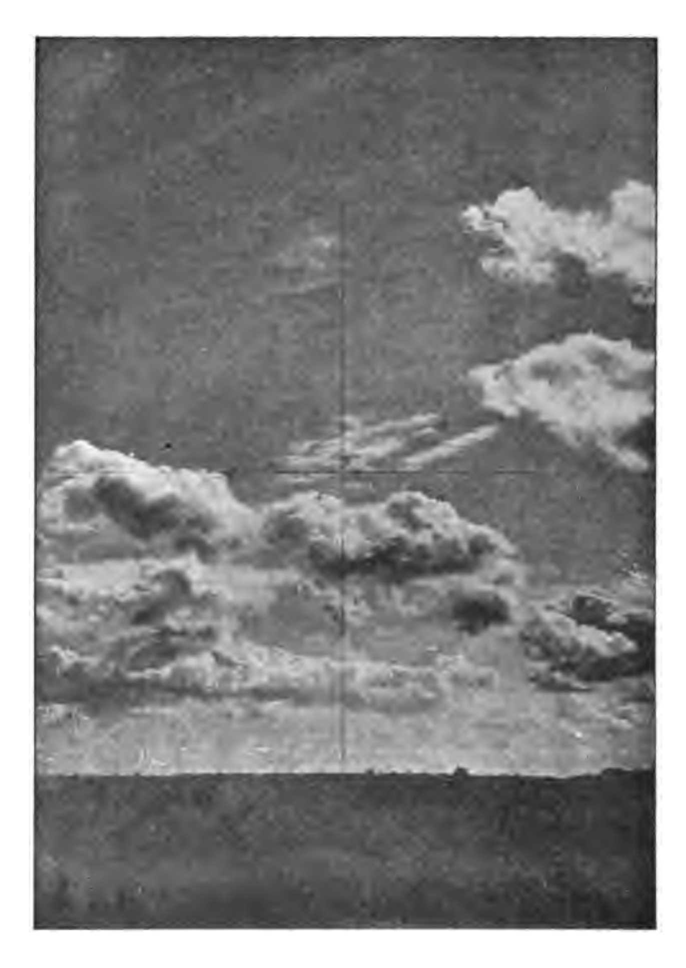


Fig. 16. — *Cumulus* et *Alto-cumulus* (au point *b*).

Les figures 16 et 17 ont été prises simultanément, en août 1896, des deux stations de l'Observatoire de Trappes.



Fig. 17. — *Cumulus* et *Alto-cumulus* (au point *b*).
Points : *a*, 1.330 mètres d'altitude ; *b*, 1.930 mètres ; *c*, 1.850 mètres, *d*, 1.909 mètres.



FIG. 18. — *Cirrus*, *Cirro-cumulus* et *Strato-cumulus* (nuages foncés).

Les photographies 18 et 19 ont été prises simultanément des deux stations de l'Observatoire de Trappes, le 14 août 1896, à 5 h. 20 m. du soir.



FIG. 19. — *Cirrus*, *Cirro-cumulus* et *Strato-cumulus* (nuages foncés).
Cirrus, de 9.600 à 10.220 mètres d'altitude;
Strato-cumulus, de 1.500 à 1.620 mètres.



sous lesquels le point à relever a été observé de la station.

Cette méthode corrige les déformations dues aux objectifs et aux inégalités d'épaisseur du verre de la plaque sensible, puisque les rayons impressionnants ont suivi la ligne de visée. L'angle entre celle-ci et l'axe optique est donc exact. En outre, ce procédé dispense de certains calculs. Mais les difficultés pratiques qu'elle présente font vite oublier ces avantages, et heureusement, pour déterminer sur le négatif les diverses parties d'un nuage dont on cherche la hauteur, il y a d'autres instruments d'un maniement plus facile, soit un microscope muni d'un petit micromètre, soit une règle divisée sur verre. C'est à ce moyen que s'est arrêté M. Teisserenc de Bort. On regarde le cliché au travers de la face divisée reposant sur la couche de gélatine, afin d'éviter les effets de réfraction inégale dans le verre de l'échelle graduée.

Les doubles gravures (*fig.* 16 et 17, 18 et 19) représentent des photographies prises simultanément à Trappes et à Montigny. Les axes qui apparaissent sur la gravure donnent par leur intersection la direction de l'axe optique. On a donc déterminé deux droites sur lesquelles les nuages doivent se trouver. On sera alors à

même de calculer leur position par une triangulation. Pour cela, il est de première nécessité de repérer sur les deux clichés des points identiques. Après les avoir trouvés, on marque sur chacun d'eux ceux qui se correspondent. Ex. : *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* (*fig.* 16 et 17) ; *a*, *b*, *d* (*fig.* 18 et 19). On note également quelle espèce de nuage on a photographié, espèce que l'on désigne par les lettres initiales de son nom : Cu (cumulus), Ci (cirrus), S-Cu (strato-cumulus), N (nimbus), etc., sur les clichés des divers Observatoires où se poursuivent actuellement ces recherches.

On donne plus de précision aux mesures en répétant plusieurs pointés et, pour éviter autant que possible les effets dus à la perspective, on choisit des accidents caractéristiques facilement reconnaissables. Le peu de netteté du bord des nuages, ainsi que nous l'avons mentionné plus haut, limite la précision de cette manière d'opérer. Cela tient à certaines causes. Sans parler de l'imperfection des objectifs, bien réduite dans la plupart des instruments, le faible contraste entre les parties éclairées et sombres produit, avec un grossissement de 3, une plage uniforme ; si bien que les limites exactes de la portion du nuage étudié sont impossibles à délimiter. Son déplacement pendant la durée de

la pose augmente encore l'indécision des contours, sans compter que la gélatine, lorsque le grossissement est supérieur à 2, possède un grain qui apparaît et produit un pointillé spécial avec des lumières ou des ombres. Celles-ci se superposent au dégradé des bords nuageux, et on ne peut répondre d'un pointé à plus de 1/15 de millimètre, chiffre d'ailleurs suffisant pour de bonnes observations.

Les clichés mesurés par ces moyens dans les diverses stations atteignent déjà un chiffre respectable. Mais, puisque « l'année des nuages » vient seulement de s'achever, leurs résultats ne sont pas encore connus. En attendant, nous pouvons, grâce à l'obligeance du directeur de Trappes, indiquer quelques chiffres, qui permettront aux possesseurs d'appareils photographiques d'étudier les clichés de nuages, ces données pouvant leur servir de termes de comparaison.

La figure 20 est une photographie représentant des nuages orageux. Elle a été prise à 5 h. 23, le 18 juin 1897. Ce nuage est particulièrement intéressant, parce qu'il faisait partie du mouvement tourbillonnaire qui a causé d'assez grands ravages dans la banlieue nord et nord-ouest de Paris, entre autres à Colombes,

à Asnières, à Gennevilliers et à Saint-Ouen[1]. Cette masse nuageuse, venue de l'ouest-sud-ouest, en même temps que celle où s'est formée la trombe, s'est séparée de la première à l'ouest-sud-ouest de Trappes pour suivre la vallée de Chevreuse, pendant que les autres nuages remontaient plus au nord pour gagner Chatou, Nanterre et Asnières.

Les calculs réduits ont donné, pour les points *a* et *a'* par exemple :

POINTS	ALTITUDE	DIRECTION DU MOUVEMENT	VITESSE PAR SECONDE
a	7.920 mètres	W 13° S	30 mètres
a'	7.550 —	W 10° S	28 —

Quant aux nuages inférieurs cumuliformes de cette figure, leur altitude oscillait entre 1.240 et 1.950 mètres. Ils venaient de W. 10° S. avec une vitesse de 16 mètres par seconde.

Les figures 16 et 17 montrent deux photographies (cirro-cumulus et strato-cumulus) prises l'une de Trappes, l'autre de Montigny, le

[1] Voir, au sujet de cette trombe, la note de MM. Joseph Jaubert et celle de Teisserenc de Bort, dans les *Comptes Rendus hebdomadaires de l'Académie des Sciences de Paris*, t. CCXIV, n° 25 (21 juin 1897), p. 1480-1484.



Fig. 20. — Nuages orageux photographiés à Trappes, le 18 juin 1897, à 5 h. 23 m. du soir.

15 août 1896, à 8 h. 40. Les figures 18 et 19 représentent également des clichés tirés de ces mêmes postes, le 14 août, à 5 h. 20 m. du soir.

Les points marqués par des lettres *a*, *b*, *c*, *d* et *f* pour les premières figures ; *a*, *b*, *c* et *d* pour les secondes, indiquent les points identiques dont on a calculé les coordonnées.

Voici maintenant à titre d'exemple un tableau indiquant les hauteurs des divers types de nuages d'après de récentes mesures exécutées en Suède et à l'Observatoire de Blue-Hill, près de Boston[1].

OBSERVATOIRE D'UPSAL

ESPÈCE DU NUAGE	ALTITUDE D'ÉTÉ		
	MOYENNE	MAXIMUM	MINIMUM
	mètres	mètres	mètres
Cirrus	8.878	13.376	4.970
Cirro-stratus (élevé)	9.254	11.391	6.840
Cirro-stratus (bas)	5.108	5.657	4.740
Cirro-cumulus	6.465	10.235	3.880
Alto-cumulus (élevé)	5.586	8.297	4.004
Alto-cumulus (bas)	2.771	3.820	1.498
Strato-cumulus	2.331	4.324	887
Cumulo-nimbus (sommet)	2.848	5.970	1.400
Cumulo-nimbus (base)	1.405	1.630	1.180
Cumulus (sommet)	1.855	3.611	900
Cumulus (base)	1.386	2.143	743
Nimbus	1.527	3.700	213
Stratus	623	994	414

[1] W. MORRIS-DAVIS, *Elementary Meteorology*. Boston, 1894, in-8°, p. 179-180.

OBSERVATOIRE DE BLUE-HILL

ESPÈCE DU NUAGE	ALTITUDE D'ÉTÉ			ALTITUDE D'HIVER		
	MOYENNE	MAXIMUM	MINIMUM	MOYENNE	MAXIMUM	MINIMUM
	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres	mètres
Cirrus	9.923	14.930	5.392	8.051	11.560	3.764
Cirro-stratus (élevé)	8.754	12.134	5.521	7.846	8.512	6.823
Cirro-stratus (bas)	6.481	12.050	2.290	2.930	»	»
Cirro-cumulus	7.606	10.520	4.772	6.992	8.570	4.571
Alto-cumulus (eleve)	6.406	8.204	3.119	»	»	»
Alto-cumulus (bas)	3.168	7.047	784	2.884	»	»
Strato-cumulus	2.003	3.328	1.109	»	»	»
Cumulo-nimbus (sommet)	»	»	»	»	»	»
Cumulo-nimbus (base)	1.202	1.590	884	1.552	2.058	1.046
Cumulus (sommet)	2.181	»	1.455	»	»	»
Cumulus (base)	1.473	3.582	601	1.381	2.690	532
Nimbus	712	1.720	65	»	»	»
Stratus	583	2.050	120	503	»	»

Il est intéressant de rapprocher de ce tableau les moyennes des séries d'observations effectuées par le Dr Kayser, à Dantzig, de mai à août 1895. Voici les résultats qu'elles ont donnés :

ESPÈCE DU NUAGE	ALTITUDE MOYENNE
Stratus	1.704 mètres
Strato-cumulus	2.196 —
Cumulus	2.856 —
Alto-cumulus	4.098 —
Cirro-cumulus	6.834 —
Cirrus	10.043 —

Comme on le voit, les écarts entre les hauteurs des nuages d'une même espèce sont très notables. En effet, bien des facteurs interviennent : le lieu où il se trouve, les conditions atmosphériques, la saison, etc. Cependant on peut remarquer que tel ou tel nuage a une prédisposition à se maintenir dans une certaine zone d'altitude.

Quant aux résultats pratiques qui découleront de toutes ces expériences, il serait prématuré de les escompter. Toutefois il est certain qu'on arrivera à connaître prochainement la hauteur des nuages qui se déforment peu au 100e

près. Pour les cirrus, la concordance entre les hauteurs calculées par les visées de chaque station sont même au-dessous du 150e de la hauteur totale. Il est vrai que, pour ces derniers, les pointés se font avec une grande précision.

Concluons donc que la photographie des nuages a pour elle un avenir plein de promesses. Lorsque les documents recueillis par les Observatoires les plus diversement situés à la surface du globe auront été comparés et discutés, ils apporteront à nos données actuelles sur ces météores vagabonds une ample moisson de données nouvelles. Ils nous apprendront sans doute les relations qui lient leurs mouvements et leurs formes aux variations du temps, et, ce jour-là, la science de l'atmosphère aura fait un grand pas.



TABLE DES CHAPITRES

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES, 6, rue Gambetta.

BIBLIOTHÈQUE PRATIQUE
DES AMATEURS DE PHOTOGRAPHIE

Photographie Traité pratique à l'usage des amateurs et des débutants, par Charles MENDEL. 2e édition, revue et augmentée. — Un beau volume de 120 pages avec 80 gravures. 1 »

Photominiature Procédé de peinture des photographies, donnant des résultats comparables aux plus belles miniatures et pouvant être pratiqué même par les personnes qui ne savent ni peindre ni dessiner, par P. DORMOY (2e édition) ...... 1 »

Phototypie Manuel pratique à l'usage des amateurs et des praticiens, par VOIRIN. Un volume broché avec nombreuses gravures et deux phototypies (*Hors texte*)............ 1 25

Retouche Traité pratique de retouche positive et négative, par Paul GANICHOT (2e édition revue et corrigée)........... 1 »

Ferrotypie Obtention directe des positifs à la chambre noire. Un volume avec gravures, par F. DROUIN (2e édition).... 1 »

La ferrotypie permet d'avoir immédiatement l'épreuve définitive obtenue directement à la chambre noire ; c'est le procédé employé par les artistes forains, qui peuvent livrer les portraits de leurs clients quelques secondes après la pose.

Chimie photographique. Description raisonnée des diverses opérations photographiques. Développements, fixages, virages, renforcements, etc., par Paul GANICHOT, chimiste, 2e édition, revue et corrigée.. 1 »

Photographie des couleurs. Procédés par impressions en couleurs fondamentales : Obtention des clichés. — Obtention des épreuves. — Projections en couleurs. — Chromoscopes. — Méthode interférentielle. — Procédés divers........... 2 »

Photographie en 1892. Première Exposition internationale de photographie, progrès de la chromophotographie, par NIEWENGLOWSKI et A. REYNER........................ 1 »

Les auteurs ont pris l'Exposition de 1892 comme motif d'une rapide revue de la photographie. Ils analysent les envois qui y ont figuré, en faisant ressortir les qualités et les défauts de chacun.

Formulaire photographique. Recueil de recettes, procédés, formules d'usage courant en photographie, par JOUAN. 2e édition, revue et corrigée.. 1 »

Les Insuccès dans les divers procédés photographiques, par L. MATHET, chimiste. 1re partie : *Procédés négatifs*. — Insuccès provenant du matériel, de la nature de l'éclairage du laboratoire, de la mauvaise qualité des préparations sensibles

LA MAISON **CHARLES MENDEL**

Constructeur breveté s. g. d. g.

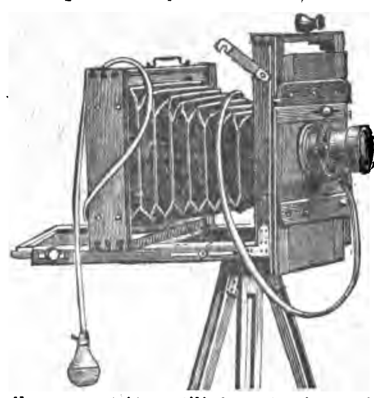
Fournisseur des Ministères du Commerce, de la Marine, des Colonies et de nombreux établissements d'instruction

S'est attachée spécialement à fournir aux amateurs et surtout aux débutants des matériels

SOIGNÉS ET GARANTIS

formant un outillage complet qui leur permettra d'exécuter toutes les opérations photographiques, sans aucun maître que le TRAITE PRATIQUE qu'elle joint à ses envois.

Ne présenter que des instruments de bon usage, plus particulièrement des *chambres noires* légères, solides, facilement maniables et donnant toute sécurité; des *objectifs* de choix permettant de faire aussi bien le portrait que le paysage et les instantanés.



Rester dans les prix raisonnables, au-dessous desquels on tombe forcément dans les appareils dits de VULGARISATION qu'on paie toujours très chers, car si, à la rigueur, ils peuvent être utilisés entre les mains d'un praticien, ils ne donnent forcément au débutant que des résultats incomplets dont il n'a pas satisfaction.

Fournir des produits de tout premier choix, et, sauf les cas de demande spéciale, ne fournir qu'une qualité,

LA MEILLEURE

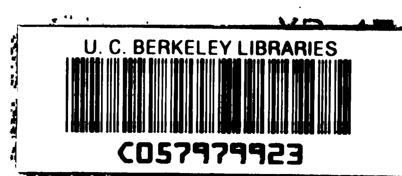
Fournir aux meilleures conditions de bon marché tous les ACCESSOIRES, VERRERIE, PAPIERS, CARTES, PRODUITS PHOTOGRAPHIQUES, dont elle tient *gratuitement* le Catalogue **complet** à la disposition de ses clients.

En outre, des marchés importants et spéciaux qu'elle passe avec les fabricants des **spécialités** lui permettent de fournir la plupart d'entre elles avec des **réductions** importantes sur les *prix marqués*.

DEMANDEZ LE CATALOGUE ILLUSTRÉ

Envoyé franco à toute demande, 118 *et* 118 ***bis***, ***rue d'Assas***, ***PARIS***.

Tours. — Imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.


U. C. BERKELEY LIBRARIES
C057979923

